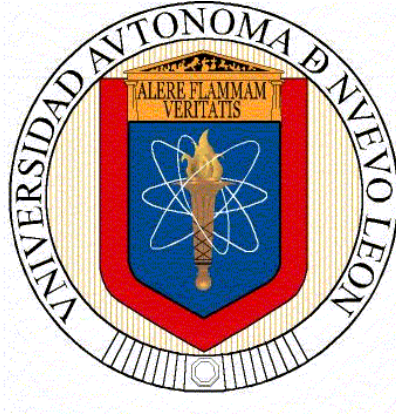


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**



**PLASTICIDAD EN LA SELECCIÓN DE SITIOS DE ANIDAMIENTO
Y ÉXITO REPRODUCTIVO EN *Spizella wortheni***

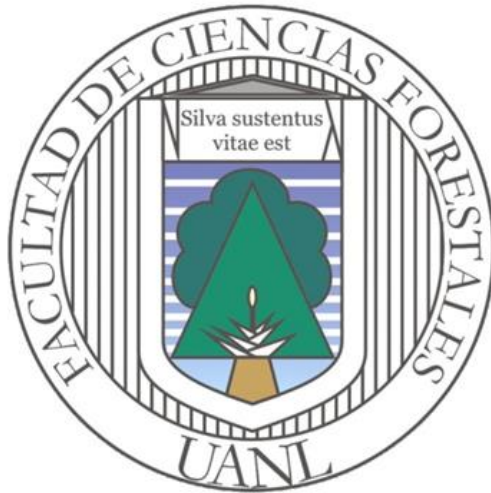
POR

ING. FRANCISCO JAVIER GARCÍA SALAZAR

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO
DE MAESTRÍA EN CIENCIAS FORESTALES**

JULIO, 2019

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES
SUBDIRECCIÓN DE POSGRADO**



**PLASTICIDAD EN LA SELECCIÓN DE SITIOS DE ANIDAMIENTO
Y ÉXITO REPRODUCTIVO EN *Spizella wortheni***

POR

ING. FRANCISCO JAVIER GARCÍA SALAZAR

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO
DE MAESTRÍA EN CIENCIAS FORESTALES**

LINARES, NUEVO LEÓN, MÉXICO

JULIO, 2019

PLASTICIDAD EN LA SELECCIÓN DE SITIOS DE ANIDAMIENTO Y ÉXITO REPRODUCTIVO EN *Spizella wortheni*


Aprobación de Tesis



Dra. Laura Magdalena Scott Morales



Dr. Mauricio Cotera Correa



Dr. Andrés Eduardo Estrada Castellón



M.en C. Patricia Vela Coiffier

JULIO, 2019

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por el apoyo financiero otorgado a lo largo de mis estudios de posgrado y por haber sustentado esta investigación.

A la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León, por la oportunidad de aceptarme como estudiante e instruirme siempre hacia el profesionalismo.

Quiero agradecer a la Dra. Laura Magdalena Scott Morales por la amistad que me ha brindado a lo largo de mis estudios profesionales; asimismo, por aceptar ser mi directora de tesis. Gracias por la instrucción, discusión crítica, orientación y colaboración durante el desarrollo de esta investigación, siempre con la idea de mejorar mi trabajo.

A mi asesor de tesis el Dr. Mauricio Cotera Correa, por su infinita dedicación y valiosos aportes durante mi estancia en la maestría y en la mejora de mi investigación. Al Dr. Andrés Eduardo Estrada Castillón como mi segundo asesor, le agradezco las múltiples sugerencias y consideraciones durante el desarrollo de mi proyecto de tesis. A su vez, les doy las gracias por la amistad que me han dado.

A la M.C. Patricia Vela Coiffier, por la oportunidad que me dio al aceptarme y formar parte de mi comité como asesor externo, por las sugerencias, contribuciones y el tiempo que le dedicó a la revisión del presente trabajo de investigación.

A los técnicos de campo Luis Miguel Martínez Rivera y Juan Manuel Rebuloso García por la gran amistad que hice con ustedes, compañeros de proyecto de investigación, por los consejos y motivaciones. Asimismo, por ser una familia durante los periodos de campo.

A los técnicos Jorge Eduardo Alameda López y Lázaro Ramírez Balboa por su amistad, compañerismo y colegas en algunas de actividades de campo como de oficina.

A mis padres, Francisco García Porras y Carmen Julia Salazar Álvarez por el gran apoyo condicional que me han brindado, mostrando siempre su amor, cariño y comprensión. Gracias por confiar en mí y acompañarme en cada larga y agotadora noche de estudio. Gracias por no permitir que me rindiera en los días de desesperación y alentarme tanto a seguir adelante.

Para mis compañeros de grupo, doctorados/as y posdocs, tengo sólo palabras de agradecimiento por la amistad que nació con cada uno de ustedes. En especial a mis compañeros Erick Emmanuel Prado Barba, Carlos Eduardo Leal Elizondo, Luis Enrique Frías Díaz, Nelly Anahy Leal Elizondo y Jhoseline Abigail Uvalle Zamarripa por la gran simpatía que ha nacido con cada uno de ustedes, además, de considerarlos amigos los consideró como una familia. Dios los bendiga y éxito en sus proyectos de vida, me llevo cada risa, enojo y anécdotas que viví junto a ustedes a lo largo de esta etapa.

A la iglesia Olam, gracias por compartir de su tiempo en mi crecimiento espiritual como en mis asuntos personales, Dios bendiga cada una de sus vidas, son muchos para agradecer, pero quiero darles una vez más las gracias por cada una de sus oraciones y en especial a esas personas que me ha motivado tanto.

A todas las personas antes mencionadas y aquellas que contribuyeron directa o indirectamente en mi desarrollo profesional, les doy las gracias.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo primeramente a Dios. Por bendecir tanto mi vida, por permitirme llegar hasta este punto y haberme dado sabiduría y salud para lograr mis metas y objetivos.

A mis padres Francisco García Porras y Carmen Julia Salazar Álvarez. Por haberme motivado y apoyado en todo momento, sus consejos, sus valores, por los ejemplos de perseverancia y constancia que me han infundido, pero más que nada, por su amor.

A mis hermanos Lorenzo y Carlos. Por estar conmigo y apoyarme siempre.

ÍNDICE

1. RESUMEN.....	I
2. ABSTRAC.....	III
3. INTRODUCCIÓN.....	1
4. ANTECEDENTES.....	3
4.1. Estudios generales.....	3
4.2. Descripción general de <i>Spizella wortheni</i>	6
5. JUSTIFICACIÓN.....	9
6. HIPÓTESIS	10
7. OBJETIVOS	10
7.1. Objetivo generales	10
7.2. Objetivo específicos	10
8. MATERIALES Y METODOS.....	11
8.1 Área de estudio	11
8.1.1. Clima	11
8.1.2. Vegetación.....	12
8.1.3. Suelo	12
8.2. Localización de individuos.....	13
8.3. Localización de territorios y nidos.....	14
8.4. Caracterización del hábitat:	16
8.5. Análisis.....	17
9. RESULTADOS	19
9.1. Periodo reproductivo	19
9.2. Éxito reproductivo.....	20
9.3. Comparación de territorios en base al éxito reproductivo de <i>S. wortheni</i>	22
9.4. Evaluación del hábitat	24
9.4.1. Análisis de variables para el radio de 2 metros. Localidad La Soledad.	24
9.4.2. Análisis de variables para el radio de 50 metros. Localidad Soledad	27
9.4.3. Análisis de variables para el radio de 2 metros. Localidad El Salado.	30
9.4.4. Análisis de variables para el radio de 50 metros. Localidad El Salado	33
10. DISCUSIÓN.....	36
11. CONCLUSIÓN.....	40
12. BIBLIOGRAFÍA.....	41

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Registro total de nidos según la fenología de nidificación.	19
Tabla 2. Registro total de nidos con territorios	19
Tabla 3. Éxito reproductivo con el método tradicional de <i>S. wortheni</i> *	20
Tabla 4. Diferencias entre el tamaño de los territorios* de los nidos exitosos y depredados para La Soledad.	23
Tabla 5. Diferencias entre el tamaño de los territorios* de los nidos exitosos y depredados para El Salado	23
Tabla 6. Comparación entre los territorios* de <i>S. wortheni</i> para las dos localidades de estudio.	23
Tabla 7. Variables que mostraron diferencias significativas con el modelo de chi-cuadrada dentro del diagrama de árbol. Radio de 2 metros. Localidad: La Soledad.	24
Tabla 8. Modelo de decisión de árboles, interacción de las variables con el éxito reproductivo de <i>S. wortheni</i> . Radio de 2 metros. Localidad La Soledad.	26
Tabla 9. Variables que mostraron diferencias significativas con el modelo de chi-cuadrada dentro del diagrama de árbol. Radio de 50 metros. Localidad: La Soledad.	28
Tabla 10. Modelo de decisión de árboles, interacción de las variables con el éxito reproductivo de <i>S. wortheni</i> . Radio de 50 metros. Localidad La Soledad.	29
Tabla 11. Variables que mostraron diferencias significativas con del modelo de chi-cuadrada dentro del diagrama de árbol. Radio de 2 metros. Localidad: El Salado.	31
Tabla 12. Modelo de decisión de árboles, interacción de las variables con el éxito reproductivo de <i>S. wortheni</i> . Radio de 2 metros. Localidad El Salado.	32
Tabla 13. Variables que mostraron diferencias significativas con del modelo de chi-cuadrada dentro del diagrama de árbol. Radio de 50 metros. Localidad: El Salado.	34
Tabla 14. Modelo de decisión de árboles, interacción de las variables con el éxito reproductivo de <i>S. wortheni</i> . Radio de 50 metros. Localidad El Salado.	35

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. El gorrión de Worthen (<i>Spizella wortheni</i>) sobre <i>Flourensia cernua</i>	8
Figura 2. Nido de <i>S. wortheni</i> con tres huevos.....	10
Figura 3. Ubicación geográfica de las áreas de estudio.....	11
Figura 4. Vista general del matorral micrófilo en la localidad La Soledad.....	13
Figura 5. Vista general de pastizal en la localidad El Salado.....	13
Figura 6. Diseño de transectos para búsqueda de <i>Spizella wortheni</i>	14
Figura 7. Método de marcación de territorios.....	15
Figura 8. <i>S. wortheni</i> atrapado en red de niebla.	16
Figura 9. Adulto de <i>S. wortheni</i> marcado	16
Figura 10. Diseño de muestreos y distribución de cuadrantes (Fuente: García, 2016).	17
Figura 11. Supervivencia para nidos durante el periodo total de anidación de <i>S. wortheni</i>	21
Figura 12. Supervivencia de nidos durante la etapa de huevos para <i>S. wortheni</i>	21
Figura 13. Supervivencia de nidos durante la etapa de pollo para <i>S. wortheni</i>	22

LISTA DE SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS

AV	Altura de la vegetación.
CCB	Cobertura de costra biológica.
CM	Cobertura de materia seca.
CSD	Cobertura de Suelo desnudo.
CV	Cobertura de Vegetación.
D	Depredado.
DV	Altura de la vegetación.
SPSS	Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales.
E	Exitoso.
TT	Tamaño de territorio.
<i>S. wortheni</i>	<i>Spizella wortheni</i> .

1. RESUMEN

La selección de un hábitat es crucial para la supervivencia y el éxito reproductivo de las aves; además el hábitat determina el tamaño y la calidad de los territorios. La territorialidad en las aves es un comportamiento donde se expresa la competencia inter e intra-específica para asegurar la supervivencia y la reproducción. Esta investigación tiene el objetivo de obtener información sobre el éxito reproductivo en función al territorio y estructura del hábitat para *Spizella wortheni*. La investigación se llevó a cabo en dos áreas de estudio conocidas como “La Soledad”, caracterizada por un matorral desértico micrófilo y “El Salado”, con una vegetación típica de pastizal, ubicadas en los estados de Nuevo León y San Luis Potosí, respectivamente. La ubicación de los individuos fue a través del método conocido como transecto de línea; la delimitación de los territorios y la búsqueda de los nidos se basaron en la vocalización y en la competencia intraespecífica en relación con sus áreas de anidación. En la evaluación del hábitat se contemplaron dos escalas, la primera en un radio de dos metros y la otra de 50 metros, en relación con la ubicación de los nidos. Para determinar el éxito reproductivo se utilizó el método tradicional (Número de nidos exitosos/Números de nidos totales); con la prueba de análisis de sobrevivencia se determinó el tiempo de esperanza de vida del periodo de anidación, así como para las etapas de huevos y de pollos. Mediante la prueba U Mann-Whitney se obtuvo la diferencia de tamaños de los territorios de *S. wortheni*. Con la aplicación de modelo de árboles de decisión, se conoció la interacción que existe entre el tamaño de los territorios, la estructura del hábitat y su efecto en el éxito reproductivo de *S. wortheni*. Durante las temporadas reproductivas de los años 2014 y 2015, se contabilizaron un total de 136 nidos, de los cuales 86 fueron depredados, 35 exitosos y 15 fallidos. Del total de nidos, fue posible obtener el territorio de 87 nidos y se usaron 69 para el análisis de la estructura del hábitat. El éxito reproductivo fue bajo para ambas zonas de estudio. La evaluación de depredación de los nidos mediante el método tradicional demostró mayor depredación en huevos que en polluelos. La probabilidad de supervivencia para la etapa de huevo fue del 20% para La

Soledad y del 15% para El Salado, mientras que para la etapa de pollos fue de 32% y 64% para La Soledad y El Salado respectivamente. Los nidos exitosos poseen un territorio más grande solo para la localidad El Salado. De acuerdo al modelo de clasificación de árboles, se encontró que entre mayor sea la cobertura de vegetación y menor sea la cobertura de suelo desnudo en el entorno a los nidos, mayor será el éxito reproductivo para ambas comunidades vegetales. Además, se determinó que la vegetación es fundamental para aumentar el éxito reproductivo para ambas condiciones, con la diferencia que en áreas de pastizal la diversidad de especies y materia seca influye positivamente en este éxito.

2. ABSTRAC

The selection of a habitat is crucial for the survival and reproductive success of the birds; In addition, the habitat determines the size and quality of the territories. Territoriality is an agonistic behaviour in which inter and intra-specific competition is expressed to ensure survival and reproduction. This research has the objective of obtaining information about the reproductive success of *Spizella wortheni* based on the territory and structure of its habitat. The research was carried out in two study areas known as "La Soledad", with microphile desert scrub vegetation and "El Salado", characterized by grassland with scattered scrub, located in the states of Nuevo León and San Luis Potosí, respectively. I located the individuals through the line transect method; the delimitation of territories and search of the nests was based on the vocalisation, and on the basis of the intraspecific competition behaviour in relation to their nesting areas. In the evaluation of the habitat two scales were considered, the first in a radius of two meters and the second in a radius of 50 meters, taking the nest as centroid. To determine the reproductive success of *S. wortheni*, the traditional method (Number of successful nests / Numbers of total nests) was used to determine the breeding success, with the survival analysis, I test the life expectancy survival of the whole nesting period, as well as for the eggs and chickens stages. I obtained differences in the territory sizes using the U Mann-Whitney test. With the decision trees model, I determined the interaction between the sizes of the territories, the structure of the habitat and its effect on the reproductive success of *S. wortheni*. During the reproductive seasons of 2014 and 2015, a total of 136 nests were found, of them 86 were depredated, 35 successful and 15 failed. Of the total nests, it was possible to obtain the territory of 87 nests and it was used 69 were used for the analysis of the structure of the habitat. Reproductive success was low for both study areas. The predation evaluation of the nests by the traditional method showed greater predation in eggs than in chicks. The probability of survival for the egg stage was 20% for La Soledad and 15% for El Salado, while for the chicken stage it was 32% and 64% for La Soledad and El Salado respectively. The successful nests have a larger

territory only for the El Salado locality. According to the tree classification model, it was stated that the greater the vegetation coverage and the lower the bare soil coverage around the nests, the greater the success for *S. wortheni* in both vegetation communities. Also the height of the vegetation is significant for the reproductive success of *S. wortheni* in the microphile desert scrub, but for grassland, dry matter coverage and species diversity influence the reproductive success of *S. wortheni*. In addition, it was determined that the vegetation is fundamental to increase the reproductive success in both vegetation types, the differences in the areas of grassland, the diversity of the species and the organic matter, positively influences the success of the nest.

3. INTRODUCCIÓN

En la actualidad la biodiversidad del planeta afronta una crisis causada por múltiples factores, principalmente antropogénicos como la contaminación, la introducción de especies exóticas, así como la pérdida y fragmentación de hábitat (Santos y Tellería, 2006; Hernández, 2014). La fragmentación del hábitat es considerada una de las causas de la pérdida o extinción de especies, no solamente por el efecto de reducción en el tamaño de las poblaciones, sino también constituye una discontinuidad entre hábitats, ocasionando un aislamiento de fragmentos que a su vez generan impactos demográficos y genéticos negativos (Manzano-Fischer *et al.*, 1999). Muchas especies son susceptibles a estos cambios en el paisaje, entre las que figuran las aves, pues en ocasiones el tamaño de parche requerido por cierta especie es mayor al ofrecido por el paisaje fragmentado, por lo que se ven expuestas a un mayor número de depredadores, y a una disminución de su población (Calamari y Zaccagnini, 2007).

La selección de hábitat es el resultado de decisiones jerárquicas basadas en diferentes claves del ambiente, las cuales suelen estar asociadas con la disponibilidad de alimento, sitios de nidificación o riesgo de depredación (Block y Brennan 1993). Habitualmente las aves que anidan en áreas abiertas se ven obligadas a utilizar diferentes tipos de recursos para cumplir los requerimientos necesarios para sobrevivir (Cody, 1985), ya que la disponibilidad de los recursos varía de acuerdo con las condiciones estacionales que presenta el año, además durante la época reproductiva, el hábitat no siempre presenta las mejores condiciones para esta importante fase del ciclo de vida (Morrison *et al.*, 1992; Sibley, 2001). Existe una amplia evidencia sobre el éxito de reproducción y el rendimiento reproductivo de aves en base a la composición y estructura del hábitat (Sibley, 2001; Jones y Robertson, 2001; Lacoretz, 2009; García, 2016).

En la época reproductiva por lo tanto la selección de territorios es primordial para la sobrevivencia de las especies (Jiménez y Navarro, 2001; Newton, 1998) ya que es considerado como una protección para sus sitios de anidación

(Newton 1998). Existen evidencias donde la selección de ciertas características de la vegetación como cobertura, altura de vegetación, densidad de árboles, entre otras son fundamentales para aumentar el éxito reproductivo (Jones y Robertson, 2001; Lacoretz, 2009).

El Gorrión de Worthen (*Spizella wortheni*) es un ave perteneciente a la familia *Emberizidae* del orden Passeriformes (CONABIO, 2010). Considerada como una especie endémica del Altiplano Mexicano (Gómez de Silva, 2000) y está catalogada como una especie en peligro de extinción (NOM-059-SEMARNAT, 2010; BirdLife International, 2017). La distribución actual está restringida a pequeñas localidades que se encuentran entre los límites estatales Nuevo León, Coahuila, San Luis Potosí y Zacatecas. Se considera que las poblaciones de *S. wortheni* va de 100 a 480 individuos, con una tendencia de población decreciente (BirdLife International, 2016; BirdLife International, 2019), pero durante las épocas reproductiva se ha encontrado poblaciones que fluctúan entre los 115 a los 231 individuos (Almejo, 2016).

Los diversos factores de riesgo a los que se enfrenta esta especie indican que la permanencia de *S. wortheni* dependerá de que se establezca un plan de manejo que ordene la transformación del pastizal y matorral en campos de cultivo y evitar el sobrepastoreo (Wege *et al.*, 1993; BirdLife International, 2019), actividades que han reducido la cobertura de la vegetación utilizada como sitios de anidamiento y reproducción, dejando vulnerable a la especie y reduciendo sus posibilidades de sobrevivencia (Garza de León *et al.*, 2007; González *et al.*, 2008; Canales-Delgadillo, 2006; Almejo, 2016).

La investigación propuesta tiene la finalidad de encontrar las variables abióticas y bióticas dentro del hábitat que influyen el éxito reproductivo de *S. wortheni*, con el objetivo de aportar información confiable para el manejo de las áreas de distribución y anidación.

4. ANTECEDENTES

4.1. Estudios generales

Los trabajos que describen la relación que existe entre la estructura del hábitat y el éxito reproductivo de las aves han ocupado a los investigadores por décadas, éstos abordan temas desde hábitos de reproducción, relaciones intra e interespecíficas, alimentación, densidades, y diversidad de especies (Conner *et al.*, 1986; Martin y Roper, 1988; Kelly, 1993; Hunt, 1996; Jones y Robertson, 2001; Lacoretz, 2009; Ibarra *et al.*, 2010; Nemchenko y Batova, 2016; Koshkin *et al.*, 2016). Es así como se ha encontrado relación entre el tamaño de territorio y la estructura del hábitat en especies como *Cardinalis cardinalis* (Cardenal Norteño) (Conner *et al.*, 1986). Además, este autor describe que los territorios que tienen mayor tamaño, muestran árboles maduros en comparación con los territorios pequeños, los cuales presentan arbustos. En esta especie el éxito reproductivo se correlacionó positivamente con la densidad de follaje presente en el suelo, teniendo una correlación negativa a su vez, con el número de árboles y el área basal.

Investigaciones sobre *Catharus guttatus* (Zorzal ermitaño) han descubierto que la densidad de árboles y la cobertura de vegetación están fuertemente relacionadas con el uso del hábitat y éxito reproductivo de esta especie. Donde a pesar del bajo éxito reproductivo (7 a 20%), los nidos exitosos presentaron mayores alturas, coberturas y densidades de vegetación a diferencia de los nidos depredados, en un radio de cinco metros del nido. Los mayores valores en las variables mencionadas no sólo tuvieron efecto en el éxito del nido, además, observaron que las actividades de los progenitores no eran tan visibles en comparación con los nidos que presentaron depredación (Martin y Roper, 1988).

Estudios sobre la biología reproductiva *Empidonax oberholseri* (Mosquero oscuro), encontraron que esta especie selecciona parches de anidación donde exista una mayor cobertura de vegetación y una alta densidad de árboles; además descubrieron que los árboles con ramas muertas dentro de las áreas

de anidación pueden determinar la ocupación (percha y búsqueda de alimento) de esta especie dentro de sus territorios. Los nidos presentaron un éxito reproductivo mayor, siempre y cuando el grado de ocultamiento de las coberturas de vegetación y densidades de los árboles fuera altas en comparación de los nidos depredados. (Kelly, 1993).

Para *Setophaga ruticilla* (La Candelita Norteña) se ha establecido la relación que existe entre la calidad del hábitat con la estructura poblacional de esta especie. Clasificando al hábitat en dos etapas: la primera como sucesión temprana, al bosque que está en crecimiento y la segunda como sucesión madura, a un bosque que se encuentra en su máxima plenitud. En la sucesión temprana encontraron una alta densidad de individuos gran proporción de ellos adultos, donde además, observaron que los juveniles machos tienen una mayor oportunidad de aparearse que en la sucesión madura. En el caso de los tamaños de territorios se encontró que la sucesión temprana presenta los tamaños menores, además de deducir que los hábitats de sucesión temprana son más adecuados para *S. ruticilla* que los bosques más viejos (Hunt, 1996).

Para la especie *Setophaga cerulea* (Reinita Cerúlea) se ha demostrado que los territorios son establecidos en lugares donde existe mayor área de cobertura arbórea así como mayores alturas; cabe mencionar que, las áreas alteradas o zonas que presentan una territorialidad pequeña, han limitado la distribución de *D. cerulea*. Apuntando la necesidad de mantener áreas estables para asegurar la permanencia de esta especie (Jones y Robertson, 2001).

En el caso de *Synallaxis albesces* (Pijuí Pechiblanco) se ha evaluado la interacción entre la estructura y la composición florística en relación con sus territorios, encontrando que los territorios más pequeños presentan coberturas y densidades de vegetación mayores en comparación con los territorios grandes. Finalmente encontraron que la mayor disponibilidad de sombra es relevante en la anidación de *S. albesces*, permitiendo con esto disminuir la pérdida de agua corporal por los factores de temperatura e irradiación (Lacoretz, 2009).

Para la especie de *Chloephaga picta* (Caiquén) se realizó un estudio donde se midió la relación que existe entre el éxito reproductivo y los atributos del hábitat en cuatro áreas de anidación diferentes. Los resultados muestran que la ubicación de los nidos tuvo sesgo hacia el hábitat que presento mayores coberturas de vegetación, no obstante el éxito reproductivo fue bajo (Ibarra *et al.*, 2010).

En *Luscinia svecica* (El Pechiazul) se ha evaluado la densidad y el éxito reproductivos en diferentes tipos de hábitats, encontrándose que tendrá mayor presencia en los hábitats que proporcione condiciones favorables en construcción y alimentación de los nidos que a su vez son definidos por las condiciones ambientales durante la temporada reproductiva. Asimismo se encontró que en condiciones extremas del medio ambiente entre las temporadas de reproducción, los hábitats que presentan condiciones de baja calidad son vitales para maximizar la sobrevivencia de esta especie, donde incluso para este tipo de hábitats se descubrió que los individuos más jóvenes y menos experimentados se ven obligados a utilizarlos al no poder competir por hábitats de buenas calidad (Nemchenko y Batova, 2016).

Para *Chlamydotis macqueenii* (Hubara de Macqueen) se reporta que la densidad y la cobertura de la vegetación están fuertemente vinculadas con el uso del hábitat y éxito reproductivo de esta especie. En áreas donde la cobertura vegetación fue alta se encontró que *C. macqueenii* tiene una mayor posibilidad de presentar nidos exitosos y de camuflar los movimientos de los padres en el entorno de los nidos. (Koshkin *et al.*, 2016).

Para las especies *Zonotrichia capensis*, *Saltatricula multicolor* y *Poospiza torquata choraules* se ha evaluado la actividad reproductiva en base a la condición existente en la estructura del hábitat, el alimento y el tamaño de los territorios, donde para la etapa reproductiva de estas especies el comportamiento territorial fue más agresivo y el éxito reproductivo fue bajo únicamente para las especies *Zonotrichia capensis* y *Saltatricula multicolor*, los

territorios mostraron mayores tamaños en comparación con la época no reproductiva de estas (Zarco, 2016).

En el caso del éxito reproductivo y la probabilidad de supervivencia se ha evaluado para la especie *Passerculus sandwichensis sanctorum* en tres áreas de anidación de una baja tasa de supervivencia y éxito reproductivo (Salinas-Ortiz *et al.*, 2015).

4.2. Descripción general de *Spizella wortheni*

Spizella wortheni habita en cinco tipos de vegetación: bosque de pino, chaparral de *Juniperus*, matorral desértico rosetófilo, matorral desértico micrófilo, pastizal halófilo y áreas agrícolas. Con una mayor presencia en los matorrales y los pastizales invadidos por matorral. La zona térmica donde se distribuye varía entre 15°C a 21°C. La temperatura del mes más cálido es mayor a los 22 °C. Las precipitaciones oscilan entre 300-400 mm con lluvias en el verano e invierno (García, 1981; Briones-Ornelas, 2017) con rango altitudinal de 1695 a 2330 msnm (Briones-Ornelas, 2017). Describiendo para el caso de la asociación entre matorrales y pastizales una presencia de pastos bajos y escasos (*Hilaria*, *Bouteloua*, *Panicum*), arbustos bajos como *Atriplex* y *Cylindropuntia imbricata* (Cholla), además de arbustos leñosos de 1 o 2 m, con *Yucca*, *Juniperus* y *Pinus*. También se reporta que ocasionalmente se encuentra en zonas con sobre-pastoreo y en colonias de *Cynomys mexicanus* (Perrito de las praderas) (Wege *et al.*, 1993; Behrstock *et al.*, 1997; Almejo, 2016).

El área de distribución de *S. wortheni*, muestra claramente el impacto generado por las actividades antrópogenicas en las comunidades vegetales, lo que ha modificado circunstancialmente la estructura del paisaje, fragmentado las áreas principalmente en zonas para el pastoreo y la agricultura, dejando vulnerable a *S. wortheni* y reduciendo sus posibilidades de sobrevivencia (Almejo, 2016 y BirdLife International, 2019). A pesar de la fragmentación que existe, estas suelen estar conectadas entre sí permitiendo una alta movilidad dentro de las

áreas de distribución (Almejo, 2016), lo que es avalado por estudios genéticos (Canales-Delgadillo *et al.*, 2012).

Los componentes que se encuentran en la vegetación pueden indicarnos las actividades que realiza *S. wortheni*, áreas abiertas con pastos bajos para búsqueda de alimento y arbustos bajos y densos para refugio y anidación (Behrstock *et al.*, 1997; Canales del Castillo *et al.*, 2010; García, 2016; BirdLife International, 2019). Los árboles y arbustos más altos pueden servir como vigilancia o percha, pero la falta de arbustos mayores a 0.5 m de altura no es un impedimento para ocupación del hábitat (Behrstock *et al.*, 1997).

Para *S. wortheni* únicamente se ha reportado la forma y tamaño de tres territorios, en base a la técnica “homing”, utilizando el método de muestreo por telemetría, reportando para el primer territorio un área de 0.57 ha, la segunda 0.17 ha y la tercera 0.19 ha, además se describen algunas relaciones interespecíficas y sucesos de temporadas (Canales-Delgadillo, 2006).

El periodo reproductivo conocido para *S. wortheni*, abarca entre los meses de mayo a finales de agosto (Wege *et al.*, 1993; Behrstock *et al.*, 1997). La incubación dura aproximadamente entre 22 a 25 días (Canales del Castillo *et al.*, 2010; García, 2016). Con una producción por nidada de hasta cinco huevos, pero más frecuentes las puestas de tres huevos (Canales-Delgadillo *et al.*, 2006; González-Rojas *et al.*, 2008; Canales-del Castillo *et al.*, 2010; García, 2016). Una vez eclosionados los pollos tardan alrededor de siete a nueve días en saltar del nido (Canales-del Castillo *et al.*, 2010; García 2016).

El éxito reproductivo que se tiene para *S. wortheni* muestra la fragilidad de la especie. Para los estados de Coahuila. Nuevo León y San Luís Potosí se ha encontrado el éxito de anidación menor al 30% (Garza de León *et al.*, 2007; Canales-del Castillo *et al.*, 2010; García, 2016). Como la principal causa de fracaso de los nidos se menciona la depredación de huevos, la cual alcanza del 42% al 64%, además se reporta una fluctuación importante en la depredación en pollo (7% al 33%) (Canales-del Castillo *et al.*, 2010; García, 2016). Los

depredadores que se tienen registrados para *S. wortheni* son *Canis latrans* (Coyote), *Lanius ludovicianus* (Verduguillo), *Spermophilus spilosoma* (Ardilla de tierra, *Crotalus spp* (Serpientes de cascabel) (Garza de León *et al.*, 2007; Canales-del Castillo *et al.*, 2010; Scott-Morales 2018, com. per.).



Figura 1. El gorrión de Worthen (*Spizella wortheni*) sobre *Flourensia cernua*.

5. JUSTIFICACIÓN

La pérdida y la fragmentación del hábitat se han convertido en una de las amenazas más importantes para el mantenimiento de la biodiversidad de todos los ecosistemas. En México los estados del norte han reportado una fuerte desertificación causada por actividades agro-silvícolas, impactando fuertemente en la autoecología y distribución de las especies silvestres. Las especies que habitan el Altiplano Mexicano están bajo la presión de dichas actividades, por lo cual es necesaria información que permita conocer el estatus de las especies de interés, principalmente las endémicas a la zona. El gorrión de Worthen es una de ellas, cuya distribución está restringida en el altiplano Mexicano. La extensión del área ocupada por *S. wortheni* y la calidad del hábitat se deterioran continuamente, por lo que las poblaciones cuentan cada vez con una menor superficie de distribución. Esta especie no solo es endémica a México, además se encuentra dentro de la lista roja de especies en peligro de extinción por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) y por la norma mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Los diversos factores de riesgo a los que se enfrenta esta especie indican que la permanencia de *S. wortheni* dependerá de un plan de manejo que impida la transformación del pastizal con arbustos en campos de cultivo y la destrucción ocasionada por el sobrepastoreo. Para ello es necesario obtener información no solo de su distribución, también los factores que inciden en su éxito reproductivo son vitales para reconocer los riesgos asociados a su actual hábitat y la tasa de reclutamiento. Avanzando en el conocimiento de esta especie es como lograremos en un futuro asegurar su permanencia en la naturaleza.

6. HIPÓTESIS

- La interacción entre la estructura del hábitat y el tamaño de los territorios de *S. wortheni* determinaran el éxito reproductivo para esta especie.
- Existe plasticidad en la selección de sitios de anidación de *S. wortheni*.



Figura 2. Nido de *S. wortheni* con tres huevos

7. OBJETIVOS

7.1. Objetivo generales

- Obtener información sobre los factores abióticos y bióticos que influyen en el éxito reproductivo de *S. wortheni*.

7.2. Objetivo específicos

- Caracterizar y comparar la estructura del hábitat y éxito reproductivo en dos sitios de distribución de esta especie.
- Determinar el tamaño de territorio y sus diferencias de tamaño en función a la estructura de la vegetación.
- Conocer la interacción entre la estructura del hábitat, tamaño de territorio y el éxito reproductivo.

8. MATERIALES Y METODOS

8.1 Área de estudio

Las áreas de estudio se ubican en el Noreste de México. El primer sitio de muestreo conocido como el Llano La Soledad, en Galeana Nuevo León. El segundo sitio se localiza en el ejido El Salado, San Luis Potosí (Figura 1).

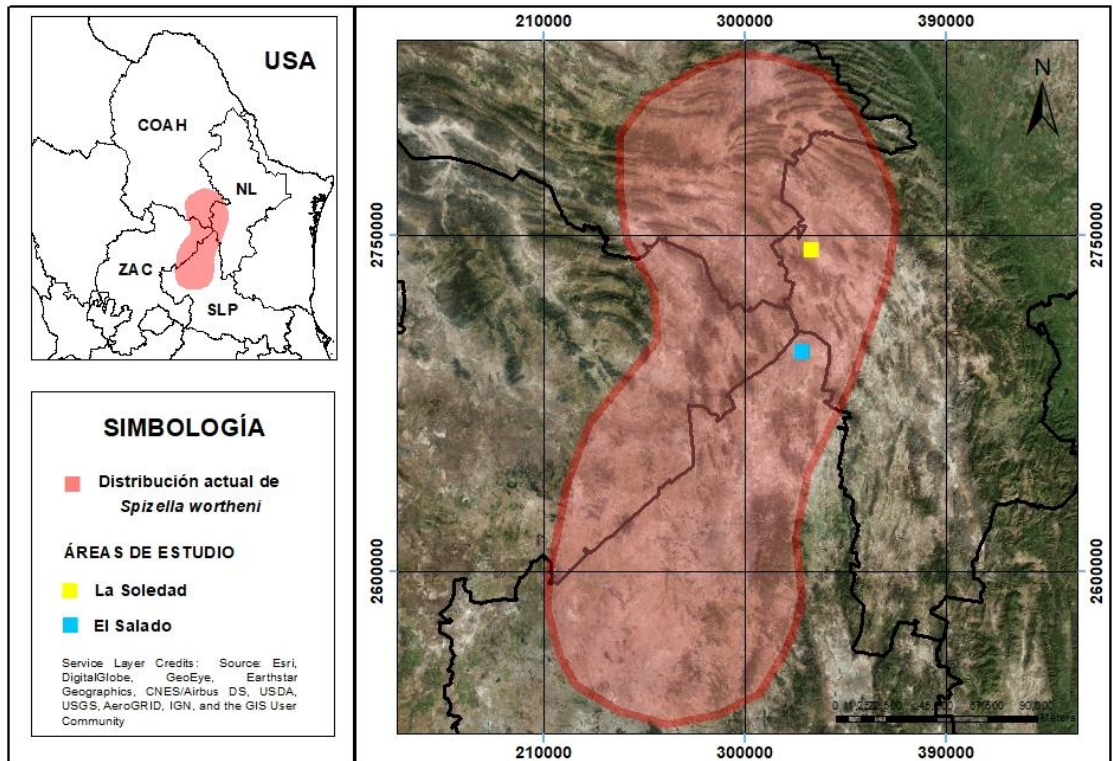


Figura 3. Ubicación geográfica de las áreas de estudio.

8.1.1. Clima

En las áreas de estudio según la clasificación Köppen modificado por García (1973) se presenta dos grupos de climas: semiárido templado BS1k (x') y semicálido BS1h (x'), con temperaturas que van desde los 12 a los 22°C, durante los meses fríos menores a 18°C. La temperatura del mes más cálido es mayor a los 22 °C. Precipitaciones de los 300-400 mm con lluvias en el verano e invierno (Briones-Ornelas, 2017).

8.1.2. Vegetación

La vegetación que se encuentra en ambas localidades es propia del medio árido de acuerdo a la clasificación de Rzedowski (1957 y 1965). Encontrándose para la localidad La Soledad el matorral desértico micrófilo y para El Salado los pastizales halófilos.

El matorral desértico micrófilo se desarrolla en las planicies y en las partes bajas de los cerros. Este tipo de vegetación se determina por la predominancia de elementos arbustivos con hojas o folíolos pequeños, como *Larrea*, *Flourensia*, *Mimosas* y *Prosopis*. Se presenta a una altura que va de los 1000 a los 2300 msnm.

Los pastizales están formados por herbáceas y gramíneas, con una dominancia fisonómica alterna con otros tipos de vegetación, como la arbustiva. Predominan especies del género *Bouteloua*, *Aristida*, *Andropogon*, *Muhlenbergia*, *Leptochloa* y *Stipa*. Se ubican entre la altitud de 1,800 a los 3,000 msnm.

8.1.3. Suelo

Los tipos de suelo localizados en el Llano la Soledad contienen una gran cantidad suelos de origen aluvial (Xerosoles y Regosoles), por lo general se les considera como suelos que en la capa superficial presentan colores claro por el bajo contenido de materia orgánica (Bobadilla, 2004; Briones-Ornelas, 2017).

Para El Salado se presenta el tipo de suelo Solonchak, también conocido como suelos salinos por su alto contenido de sales. La vegetación es propia para pastizal y plantas halófilas tolerantes al exceso de la sal y se presentan donde se acumula el salitre, como los valles y llanos de las regiones secas del país (Herrero y Boixadera, 2006; INEGI, 1981^a; citado por Estrada-Castillón *et al.*, 2010).



Figura 4. Vista general del matorral micrófilo en la localidad La Soledad.



Figura 5. Vista general de pastizal en la localidad El Salado.

8.2. Localización de individuos

Durante las temporadas reproductivas del 2014 y 2015 de *S. wortheni*, se establecieron estaciones permanentes. Las técnicas que se utilizaron provienen de Martin y Geupel (1993). En base al comportamiento de la especie se procedió a observar la actividad reproductiva (para detalles ver García, 2016).

Para determinar la presencia de *S. wortheni* en el sitio de estudio durante la estación reproductiva, se utilizó la técnica de trayecto de línea, que consiste en caminar lentamente en línea recta a través de uno o varios hábitats registrando así la presencia o ausencia de la especie (Figura 2).

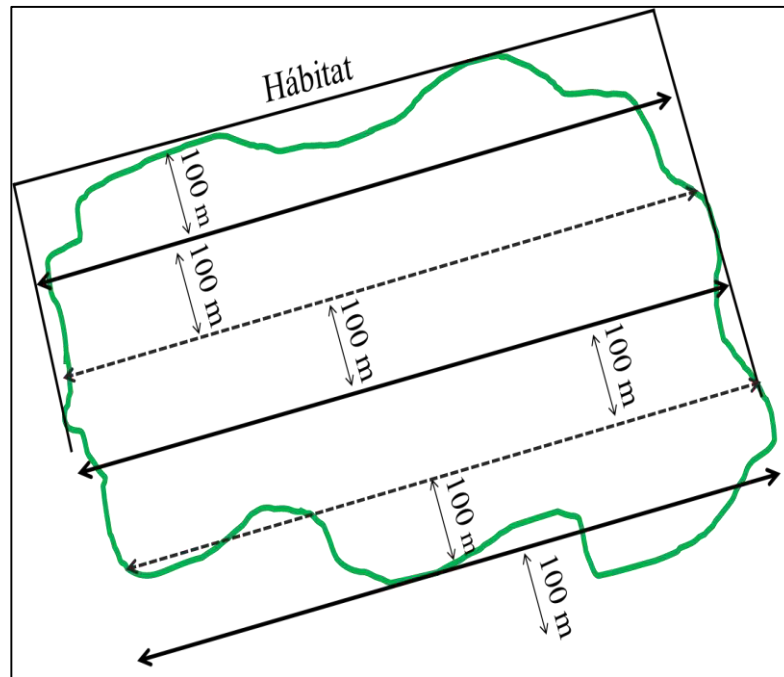


Figura 6. Diseño de transectos para búsqueda de *Spizella wortheni*.

8.3. Localización de territorios y nidos

Una vez registrada la presencia de los individuos se prosigue al establecimiento de los territorios, los cuales se determinaron mediante comportamiento. Como puntos de referencia se consideró el estímulo incondicionado que genera el macho a través del canto durante su percha y la conducta de competencia intraespecíficas entre los machos en relación con sus áreas de anidación. Con cuatro personas observando a distancia de los machos, las áreas se delimitaron a partir de los desplazamientos del individuo en cada una de sus perchas en las cuales se posaron a cantar y/o defender, cuando se tuvo la certeza de un circuito (repetidas veces), se delimitó el área en base a coordenadas. Además, mediante las redes de niebla fue posible capturar algunos individuos, los cuales se marcaron y se liberaron, para así conocer los individuos que pertenece a

cada territorio. Para este procedimiento las actividades se realizaron a partir de las siete de la mañana a 12 del mediodía y de cinco de la tarde a siete de la tarde, proceso que tardó entre seis y ocho días (Figura 3).

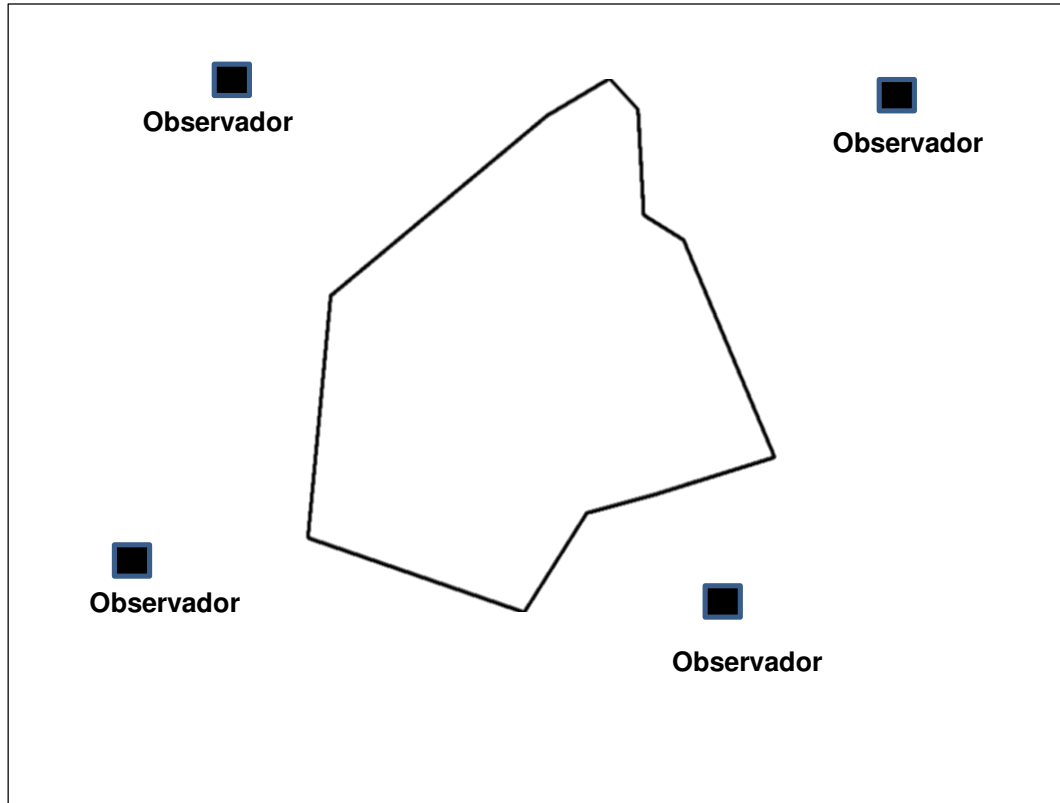


Figura 7. Método de marcación de territorios.

La búsqueda de nidos se realizó una vez delimitado los territorios; utilizando el mismo método para la marcación de los territorios, se verificó si los individuos de cada territorio contaban con pareja. Una vez confirmada la pareja, se observó la actividad de ambos durante el día, considerando acarreo de material para construcción de nidos, alimento en el pico y machos cantando, además de notar una fuerte actividad en los despliegues que realiza *S. wortheni* en las plantas donde ubican los nidos. Una vez localizado el nido se verificó si los nidos contaban con huevos o polluelos; para cada una de estas etapas se visitaron los nidos cada tercer día esto para saber el estatus del nido; si los huevos eclosionaron, si fueron depredados, si los polluelos fueron exitosos o depredados.

Los territorios y nidos fueron georreferenciados en un software de sistemas de Información Geográfica (ArcGIS 10) y se calcularon las áreas y forma de los territorios.

8.4. Caracterización del hábitat:

La evaluación del hábitat se realizó una vez terminando la fase activa de los nidos. García (2016) describe dos escalas de medición para el entorno de los nidos, la primera escala abarca un radio de dos metros en base a la planta soporte del nido. La segunda escala abarca un radio de 50 metros alrededor del nido (Figura 4), donde se tomó una línea recta para cada punto cardinal y cada cinco metros se evaluó un metro cuadrado. Las variables evaluadas para ambas escalas son las siguientes:

- Nombre común y científico de las especies presentes en el área.
- Diversidad de especies de flora.
- Altura de todas las plantas presentes.
- Cobertura total y porcentaje de materia verde, materia seca, de costra biológica, suelo desnudo y la pedregosidad.

Las medidas se tomaron en centímetros y en porcentajes, además se realizó una identificación de todas las plantas que se encontraron en las áreas de



Figura 8. *S. wortheni* atrapado en red de niebla.



Figura 9. Adulto de *S. wortheni* marcado

muestreo.

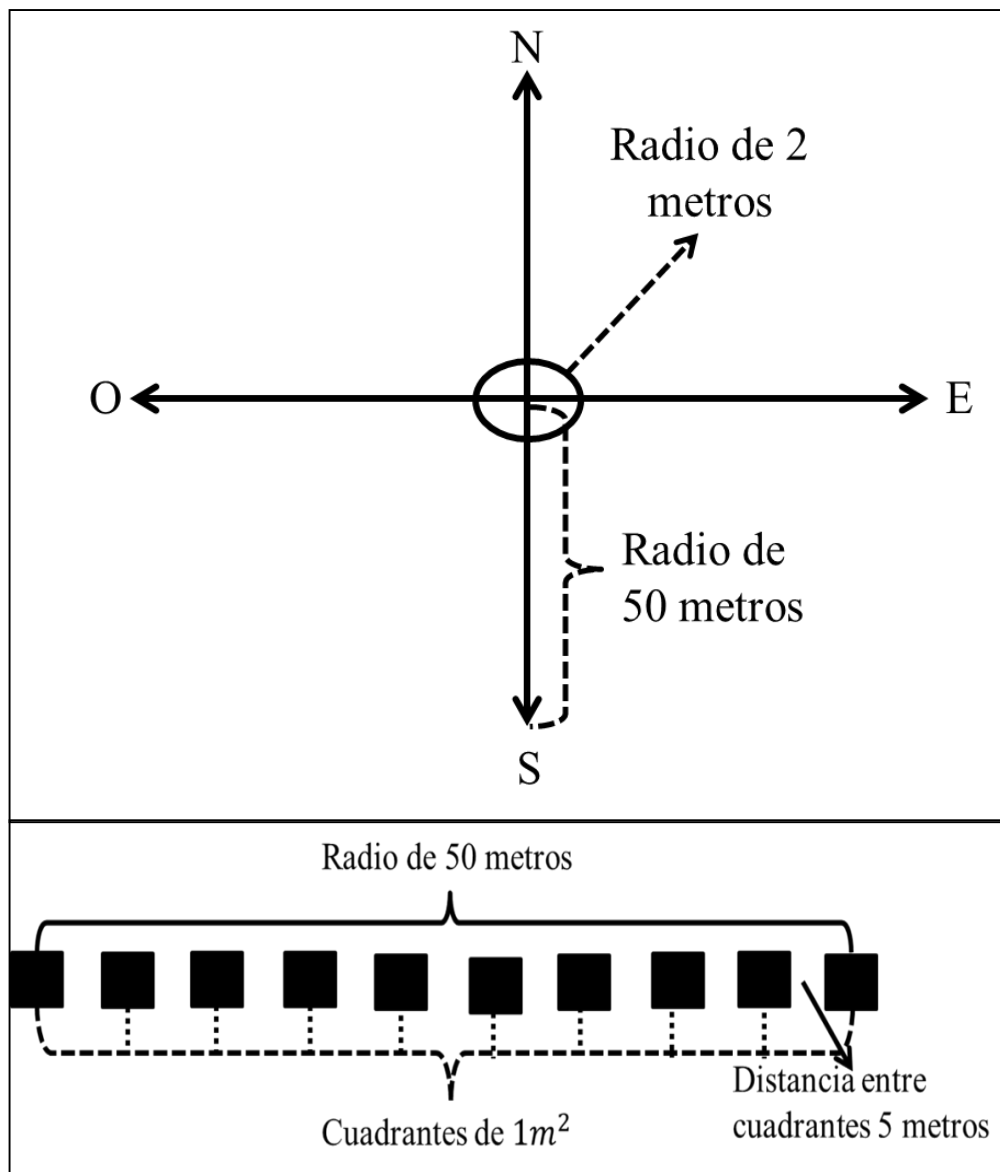


Figura 10. Diseño de muestreos y distribución de cuadrantes (Fuente: García, 2016)

8.5. Análisis

La información que se obtuvo se estandarizó en valores promedios y se analizó en el programa estadístico SPSS (Statistical 22). Mediante una prueba de Shapiro-Wilks y Kolmogorov – Smirnov se comprobó la normalidad de los datos.

El éxito reproductivo se determinó mediante el método tradicional (Número de nidos exitosos/Números de nidos totales), del mismo modo para nidos depredados (García, 2016). Se consideró un nido exitoso, a aquel donde al menos un polluelo lograra saltar del nido. En el caso de la depredación se tomó en cuenta los indicios que presentaran el nido o sus alrededores (pedazos de cáscara, desperfectos en el nido, entre otros).

Para conocer la probabilidad de sobrevivencia durante todo el periodo de anidación y así como para las etapas de huevos y de pollos se utilizó la prueba de sobrevivencia con el procedimiento de Kaplan-Meier (Rodríguez-Jaume y Mora Catalá, 2001; Gallardo *et al.*, 2016) la cual busca estimar la probabilidad de que ocurra un determinado suceso en función del tiempo. Finalmente, para comparar las curvas de sobrevivencia se empleó el test de Log-rank que toma en cuenta las diferencias de supervivencia entre los grupos de comparación (Gómez-Biedma *et al.*, 2001).

Las diferencias entre el tamaño de los territorios exitosos y depredados de los nidos de *S. wortheni* se compararon con la prueba no paramétrica U Mann-Whitney; la misma prueba se utilizó para saber si el tamaño de territorios difiere entre ambas localidades (Berlanga *et al.*, 2012 y Spiegel *et al.*, 2013).

Para conocer la interacción entre el tamaño de los territorios, la estructura del hábitat y a su vez la relación que existe con el éxito reproductivo de *S. wortheni*, se utilizó el modelo de árboles de decisión, el cual se basa en desarrollar un sistema de clasificaciones que predicen o clasifican observaciones futuras mediante un conjunto de reglas de decisión (Berlanga-Silvente *et al.*, 2013). La clasificación que se utilizó dentro este modelo fue la prueba no paramétrica Chi-cuadrada, permitiendo probar la independencia o determinar la asociación entre variables categóricas (Narváez, 2009).

9. RESULTADOS

La prueba de normalidad determinó que la distribución de los datos tiene un comportamiento no normal, por lo tanto para los análisis de esta investigación se utilizaron pruebas no paramétricas.

9.1. Periodo reproductivo

Durante las dos temporadas reproductivas de *S. wortheni* se contabilizaron un total de 136 nidos, de los cuales 86 nidos corresponden a nidos depredados, 35 a exitosos y 15 fallidos (no evaluados; Tabla 1). Del total de los nidos únicamente se logró determinar el territorio a 87 nidos (Tabla 2) y de éstos, 69 fueron utilizados para los análisis de la estructura del hábitat.

Tabla 1. Registro total de nidos según la fenología de nidificación.

Suceso	Nidos encontrados			Nidos exitosos			Nidos depredados			Nidos fallidos		
Localidad	2014	2015	Total	2014	2015	Total	2014	2015	Total	2014	2015	Total
La Soledad	26	45	71	7	14	21	15	26	41	4	5	9
El Salado	14	51	65	3	11	14	10	35	45	1	5	6
Total	40	96	136	10	25	35	25	61	86	5	10	15

Tabla 2. Registro total de nidos con territorios

Suceso	Nidos totales monitoreados			Nidos exitosos			Nidos depredados			Nidos fallidos		
Localidad	2014	2015	Total	2014	2014	2015	Total	2014	2014	2015	Total	2014
La Soledad	15	16	31	4	15	16	31	4	15	16	31	4
El Salado	14	45	56	2	14	45	56	2	14	45	56	2
Total	29	61	87	6	29	61	87	6	29	61	87	6

9.2. Éxito reproductivo

El éxito reproductivo para ambas zonas fue bajo; la localidad que presentó el mayor éxito reproductivo fue La Soledad con 30%, con una depredación de 42% en huevos y 15% en pollos y el 13% de nidos fallidos. El éxito reproductivo en El Salado es de 22%, la depredación de 62% en huevos es alta, pero la depredación de pollos con 7% es menor que en La Soledad, para los nidos fallidos se reporta un 9% (Tabla 3).

Tabla 3. Éxito reproductivo con el método tradicional de *S. wortheni**

Suceso	Nidos Exitosos			Nidos depredados						Depredación Total			Nidos fallidos		
				Etapa huevo			Etapa pollo								
Localidad	2014	2015	Total	2014	2015	Total	2014	2015	Total	2014	2015	Total	2014	2015	Total
La Soledad	10	20	30	12	30	42	8	7	15	20	37	57	5.8	7.2	13
El Salado	5	17	22	15	47	62	1	6	7	16	53	69	1.3	7.5	9

* Valores transformados a porcentajes en el texto.

La temporada de reproducción abarco en promedio 96 días. El tiempo que transcurrió en ser exitoso un nido, que inicia desde la etapa de la puesta de huevos hasta que los polluelos logran salir de los nidos, fue de aproximadamente 22 a 24 días. La etapa de incubación lleva entre 10 a 16 días y la de pollos 8 a 14 días. La probabilidad de supervivencia para todo el periodo de anidación es de 43% para La Soledad y 21% para el Salado (Figura 5). De acuerdo con el test de Log Rank se encontró diferencia significativa para ambas localidades ($X^2= 13.533$, $Gl=1$, $P = 0.000232$). La probabilidad de supervivencia para el periodo de la etapa de huevos en La Soledad es de 20% y para El Salado de 15% (Figura 6). En el caso de la probabilidad de supervivencia en el periodo de los pollos fue de 32% para La Soledad y para El Salado de 64% (Figura 7). La estadística de Log Rank demostró que no existen diferencias significativas en la supervivencia de ambas localidades para las etapas de huevos ($X^2= 2.4893$, $Gl= 1$, $P= .114$) y pollos ($X^2= 0.166$, $Gl=1$, $P= .683$).

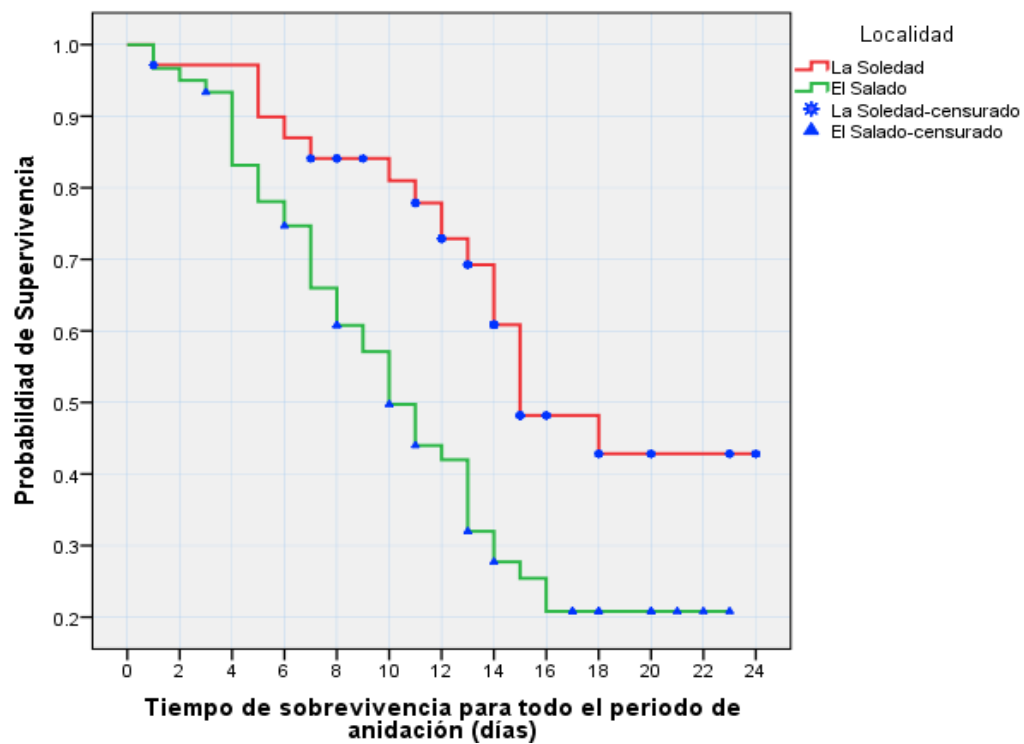


Figura 11. Supervivencia para nidos durante el periodo total de anidación de *S. wortheni*.

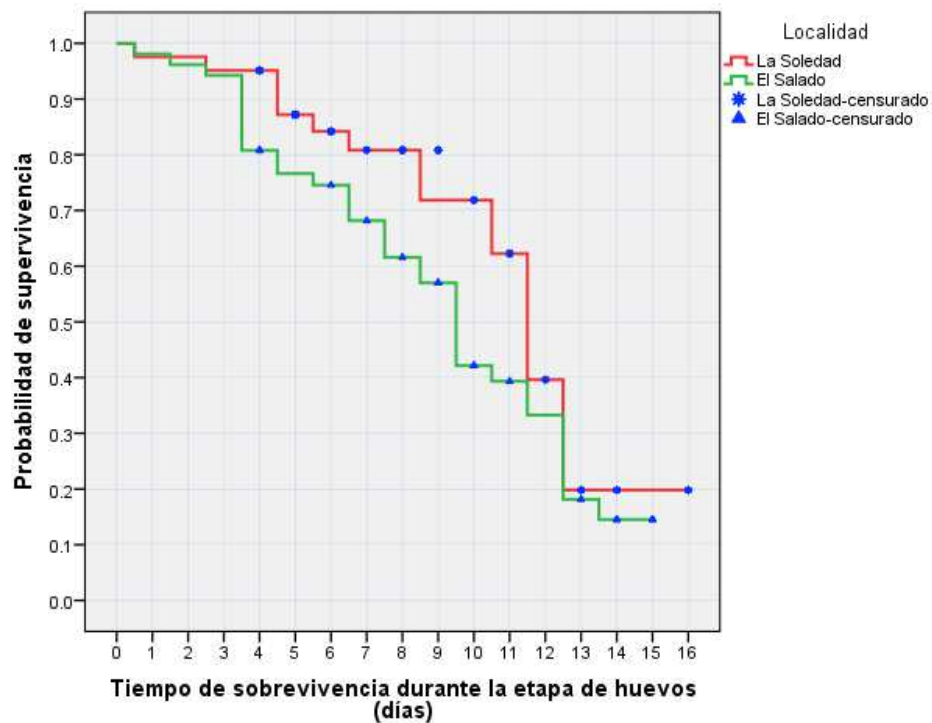


Figura 12. Supervivencia de nidos durante la etapa de huevos para *S. wortheni*.

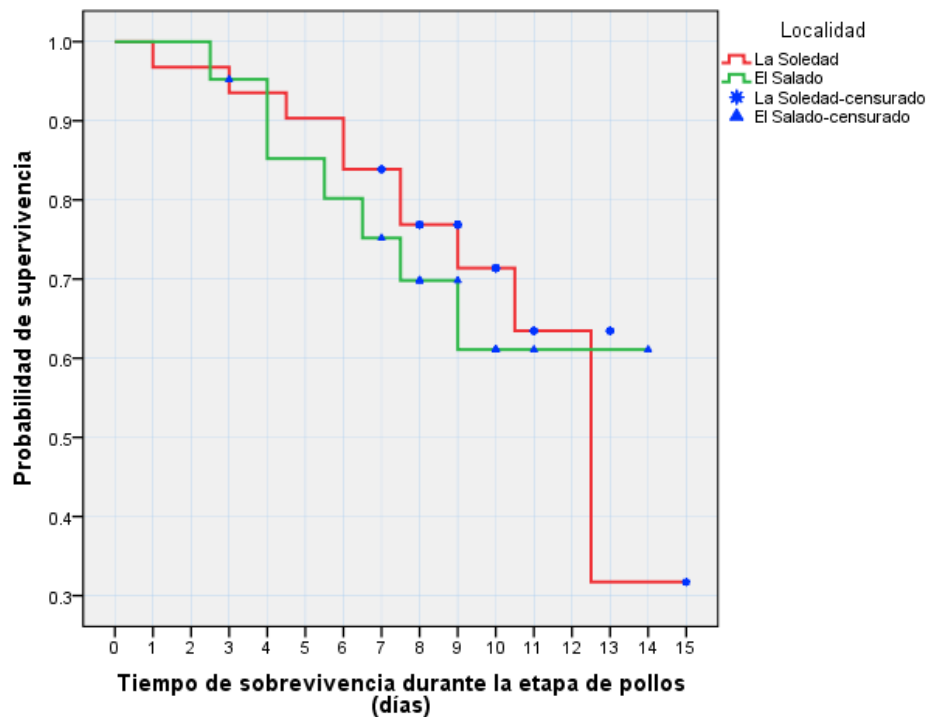


Figura 13. Supervivencia de nidos durante la etapa de pollo para *S. wortheni*.

9.3. Comparación de territorios en base al éxito reproductivo de *S. wortheni*.

El tamaño de territorio entre los nidos exitosos y depredados no mostró diferencias significativas para La Soledad ($Z=-4.18$, $P > 0.05$). No obstante, existen tendencias diferenciales en los tamaños de territorios mínimos y máximos entre nidos depredados y exitosos, ya que, en los territorios depredados, tienden a tener superficies menores a los exitosos (Tabla 4).

Para la localidad El Salado, los tamaños de territorios si mostraron diferencias significativas entre los nidos depredados y exitosos ($Z=-3.328$, $P= 0.001$). Los nidos exitosos presentaron los mayores tamaños de territorio en comparación con los nidos depredados (Tabla 5).

En el caso de ambas localidades, claramente se encontró diferencias entre el tamaño de los territorios ($z=-2.278$, $P> 0.008$), La Soledad presento tamaños menores a los encontrados en El Salado (Tabla 6).

Tabla 4. Diferencias entre el tamaño de los territorios* de los nidos exitosos y depredados para La Soledad.

Suceso del nido	N	Mínimo	Máximo	Media	Sig.
Depredados	19	.0299	. 0.1753	.1107	Ns
Exitosos	9	.0446	. 0.1842	.1007	

* Valores en hectáreas, Ns= no significativa.

Tabla 5. Diferencias entre el tamaño de los territorios* de los nidos exitosos y depredados para El Salado

Suceso del nido	N	Mínimo	Máximo	Media	Sig.
Depredados	38	.0121	.2570	.1235	0.001
Exitosos	12	.0763	.6946	.1337	

* Valores en hectáreas.

Tabla 6. Comparación entre los territorios* de *S. wortheni* para las dos localidades de estudio.

Territorios	Área de estudio	N	Mínimo	Máximo	Media	Sig.
	La Soledad	31	.299	.4047	0.103	0.008
	El Salado	50	.0121	.6946	0.1696	

* Valores en hectáreas.

9.4. Evaluación del hábitat

Para los modelos de árboles de decisión se trabajó con las variables obtenidas en los territorios (2 y 50 m). Para facilitar el manejo de los datos, se clasificaron los territorios en pequeños (<0.0360 - 0.0697 ha) y grandes (0.0698 ha - >0.1696 ha).

9.4.1. Análisis de variables para el radio de 2 metros. Localidad La Soledad.

Para los territorios pequeños el análisis arrojó tres agrupaciones: <0.0360 , $0.0360-0.0575$ y $0.0575-0.0697$ ha., de las cuales la segunda agrupación ($0.0360-0.0575$ ha) mostró diferencias significativas en los tamaños de los nidos exitosos y depredados de *S. wortheni*; el 81% de los nidos exitosos presentaron tamaños mayores a los depredados (19%). En este caso, la cobertura de costra biológica se clasificó como la variable más importante para el éxito del nido, ya que en coberturas mayores al 10% los nidos tendrán un éxito total (Tabla 7 y 8).


Para los nidos con territorios grandes el modelo arrojó cinco agrupaciones: $0.0697-0.8888$ ha; $0.0888-0.1131$ ha; $0.1131-0.1624$ ha, $0.1624-0.1696$ y >0.1696 ha. De ellas la primera, tercera y quinta agrupación se encontraron diferencias entre el éxito de los nidos, donde la variable que más influyó en el éxito de los nidos fue la vegetación. En la primera agrupación ($0.0697-0.8888$ ha) se encontró un 65% de los nidos exitosos, éstos tienen coberturas de vegetación mayores al 23% (éxito absoluto 100%), menor a esta cobertura los nidos presentarán mayores riesgos a ser depredados (100%). Dentro de la tercera agrupación ($0.1131-0.1624$ ha), se encontró el 37% de los nidos exitosos y el 63% de los nidos depredados, los primeros presentan coberturas de vegetación mayores al 46%, debajo de este porcentaje los nidos son depredados. Y en la quinta agrupación (>0.1696 ha) los nidos exitosos representan el 47% y los depredados el 53%, donde en coberturas de vegetación mayor al 65% los nidos serán exitosos, menor a esta cobertura los nidos serán depredados (Tabla 7 y 8).

Tabla 7. Variables que mostraron diferencias significativas con el modelo de chi-cuadrada dentro del diagrama de árbol. Radio de 2 metros. Localidad: La Soledad.


Diagrama de árbol (Chi-cuadrada)	Significancia por agrupación	
	1°	2°
Tamaño de territorios	1.1554E-16	-
Cobertura de vegetación	-	1.6897E-15
Cobertura de costra biológica	-	7.8475E-34


Tabla 8. Modelo de decisión de árboles, interacción de las variables con el éxito reproductivo de *S. wortheni*. Radio de 2 metros. Localidad La Soledad.

Categorías de territorios	Nidos	Grupo 1 TT	N	% nidos	Grupo 2 CCB y CV	% nidos
Territorios pequeños N=8	D	<0.0360	1	100	*	*
	D	0.0360-0.0575	1	18.8	<10	100
	E		2	81.2	>10	100
	D	0.0575-0.0697	4	100	*	*
Territorios grandes N= 11	D	0.0697-0.0888	1	35.3	<23	100
	E		2	64.7	>23	100
	D	0.0888-0.1131	1	100	*	*
	D	0.1131-0.1624	2	63.9	<46	100
	E		1	36.1	>46	100
	D	0.1624-0.1696	2	100	*	*
	D	>0.1696	1	50	<62	100
	E		1	50	>62	100

TT= Tamaño de territorio..... 

Coberturas:

CV=Vegetación..... 

CCB=Costra Biológica..... 

Éxito de los nidos:

D= Depredado

E= Exitoso

* = Análisis de árbol no encontró alguna diferencia significativa dentro de las variables predictoras.

9.4.2. Análisis de variables para el radio de 50 metros. Localidad Soledad

Para los territorios pequeños (<0.044-0.069 ha) el análisis de modelo de árbol estimo tres agrupaciones: 0.44 ha; 0.045 ha- 0.059 y 0.060 ha- 0.069 ha. Únicamente en la segunda agrupación mostró diferencias significativas en los tamaños de los nidos exitosos y depredados, donde ambos estatus obtienen el 50%. Clasificando el suelo desnudo y la costra biológica como las variables que influyeron en el éxito de los nidos. En coberturas de suelo desnudo menores al 40%, los nidos tendrán un éxito reproductivo del 70%, donde además se encontró que al tener una cobertura de costra biológica menor al 20% el éxito reproductivo aumenta a un 78%, mayor al porcentaje de cobertura biológica encontrada, el éxito reproductivo baja al 56%. En el caso donde las coberturas de suelo desnudo son mayores al 40%, la depredación de los nidos será de un 61% (Tabla 9y 10).

En el caso de los territorios grandes (0.069- >0.173 ha) se clasificaron tres agrupaciones: 0.069-0.139 ha; 0.140-0.173 ha y >0.173 ha. Solamente en la primera agrupación se encontró diferencias significativas entre el éxito y la depredación de los nidos. De nuevo se obtienen 50% de éxito y depredación de nidos. Las variables que influyeron en el éxito de los nidos son la altura y cobertura de la vegetación. Donde en alturas de vegetaciones mayores a los 12 cm, los nidos tendrán un éxito de 70%, también se encontró que coberturas de vegetación mayores a 44%, el éxito de los nidos aumentara a 85% pero menores a esta cifra el éxito de los nidos baja al 51%. En el caso donde la altura de la vegetación sea menor a 12 cm la depredación de *S. wortheni* es de 75% (Tabla 9 y 10).

Tabla 9. Variables que mostraron diferencias significativas con el modelo de chi-cuadrada dentro del diagrama de árbol. Radio de 50 metros. Localidad: La Soledad.

Diagrama de árbol (Chi-cuadrada)	Significancia por agrupación		
	1°	2°	3°
Tamaño de territorios	3.6528E-45	-	-
Cobertura de vegetación	-	-	8.248E-12
Altura de vegetación	-	8.248E-12	-
Cobertura de costra biológica	-	-	0.008
Cobertura de suelo desnudo	-	0.0022	-

Tabla 10. Modelo de decisión de árboles, interacción de las variables con el éxito reproductivo de *S. wortheni*. Radio de 50 metros. Localidad La Soledad.

Categorías de territorios	Nidos	Grupo 1 TT	N	% nido	Grupo 2 CSD y AV	% nido	Grupo 3 CCB y CV	% nido
Territorios pequeños N=8	D	<0.044	2	100	*	*	*	*
	D	0.044-0.059	2	50	>40	61	*	*
							*	*
	E	0.059-0.069	2	50	<40	70	>20	56
							<20	78
D	0.059-0.069	2	100	*	*	*	*	
Territorios grandes N=11	D	0.069-0.139	2	50	<12	75	*	*
	E		3	50	>12	70	<44	51
								>44
	D	0.139-0.173	4	100	*	*	*	*
	D	>0.173	1	50	*	*	*	*
	E		1	50	*	*	*	*

TT= Tamaño de territorio.....

AV= Altura de la Vegetación.....

Coberturas:

CV=Vegetación.....

CCB=Costra Biológica.....

CSD= Suelo Desnudo.....

Éxito de los nidos:

D= Depredado

E= Exitoso

* = Análisis de árbol no encontró alguna diferencia significativa dentro de las variables predictoras.

9.4.3. Análisis de variables para el radio de 2 metros. Localidad El Salado.

De la misma forma que La Soledad, se clasificaron los territorios en pequeños (<0.0766 - 0.1985 ha) y territorios grandes (0.1986 >0.2570 ha).

Para territorios pequeños el modelo agrupo siete divisiones: <0.0766 ha; 0.0767 - 0.0900 ha; 0.0901 - 0.1247 ha; 0.124 - 0.1406 ha; 0.1407 - 0.1790 y 0.1791 - 0.1985 ha. Las variables que influyeron en el éxito de los nidos son la costra biológica, materia seca, diversidad de plantas y la vegetación. En la primera agrupación se encontró que el 87% de los nidos son depredados y 13% exitosos. Aquí se constató que al tener cobertura de costra biológica mayores al 30% los nidos tendrán un éxito total, menor al 30% de cobertura de costra biológica, los nidos tendrán una depredación total. La segunda agrupación también presenta diferencia en el éxito (29%) y depredación del nido (71%). En este caso, al presentar una cobertura de materia seca menor al 20%, los nidos tendrán un éxito del 48%, menor a esta cobertura los nidos serán totalmente depredados. Además, se encontró que al tener una cubierta menor al 20% de materia seca, la riqueza de plantas tendrá un papel fundamental en el éxito de los nidos, mayores a cinco especies los nidos serán exitosos en un 100%. En la quinta agrupación los nidos exitosos (11%) y depredados (89%), se obtuvo que la vegetación en coberturas mayor al 65%, los nidos serán totalmente exitosos, menor a 65% los nidos tendrán una depredación del 90% (Tabla 11 y 12).

Para los territorios grandes el modelo arrojó tres agrupaciones: 0.1985 - 0.2272 ha; 0.2272 - 0.2570 ha y >0.2570 ha. En la primera agrupación se halló que los nidos exitosos corresponden al 57.5 % y los depredados al 42.5%. La variable que influyó en el éxito de los nidos fue la vegetación, los nidos que presentan una cobertura de vegetación mayor al 35% serán exitosos totalmente, menor a esta cobertura, los nidos tendrán una depredación del 90% (Tabla 11 y 12).

Tabla 11. Variables que mostraron diferencias significativas con del modelo de chi-cuadrada dentro del diagrama de árbol. Radio de 2 metros. Localidad: El Salado.

Diagrama de árbol (Chi-cuadrada)	Significancia por agrupación		
	1°	2°	3°
Tamaño de territorios	2.3306E-11	-	-
Cobertura de vegetación	-	3.876E-14	-
Cobertura de costra biológica	-	2.3306E-11	-
Cobertura de materia seca	-	1.0695E-6	-
Diversidad de especies	-	-	9.044E-50

Tabla 12. Modelo de decisión de árboles, interacción de las variables con el éxito reproductivo de *S. wortheni*. Radio de 2 metros. Localidad El Salado

Categorías de territorios	Nidos	Grupo 1 TT (ha)	N	% nido	Grupo 2 CV y CMS CCB (%)	% nido	Grupo 3 DV	% nido
Territorios pequeños N=37	D	<0.0766	8	87	<30	100	*	*
	E		1	13	>30	100	*	*
	D	0.0766-0.0913	5	100	*	*	*	*
	D	0.0913-0.1247	5	71	>20	100	*	*
	E		2	29	<20	48	>5	100
	D	0.124-0.1406	8	100	*	*	*	*
	D	0.1406-0.1790	5	89.4	<65	99	*	*
	E		1	10.6	>65	100	*	*
Territorios grandes N= 12	D	0.1985-0.2272	4	42.5	<35	90	*	*
	E		5	57.5	>35	100	*	*
	D	0.2272-0.2570	1	100	*	*	*	*
	E	>0.2570	2	100	*	*	*	*

TT= Tamaño de territorio.....

DV= Diversidad de especies.....

Coberturas:

CV= Vegetación.....

CCB= Costra Biológica.....

CMS= Materia seca.....

Éxito de los nidos:

D= Depredado

E= Exitoso

* = Análisis de árbol no encontró alguna diferencia significativa dentro de las variables predictoras.

9.4.4. Análisis de variables para el radio de 50 metros. Localidad El Salado

Para territorios pequeños (<0.062 ha – 0.191 ha) el modelo arrojó siete grupos: <0.062 ha; 0.063-0.076 ha; 0.077-0.091 ha; 0.092-0.127 ha; 0.128-0.131 ha; 0.132–0.155 ha y 0.156-0.191 ha. Las variables que influyeron en el éxito de los nidos fueron: costra biológica, vegetación y suelo desnudo. En la segunda agrupación se reporta un éxito para los nidos del 20% y 80% para los depredados. En donde la cobertura de costra biológica es menor al 40%, los nidos serán exitosos en un 62%, menor a esta cobertura la depredación será de 80%. En la cuarta agrupación, se reportó que el 20% correspondiente a nidos exitosos y el 80% a depredados. Al presentarse una cobertura de vegetación menor al 10%, los nidos presentaran una depredación del 56%, en coberturas mayores al 10% el éxito de los nidos es del 91%, además se encontró que al presentar una cobertura de suelo desnudo menor al 40% el éxito de los nidos aumenta al 90%, con una cobertura de suelo desnudo mayor a 40% el éxito del nido bajo al 15%. Con una cobertura de vegetación menor al 10% los nidos presentan una depredación 56%. En la sexta agrupación los nidos exitosos corresponden al 17% y los depredados al 83%. Aquí los nidos con coberturas de costra biológica menores al 25% los nidos tendrán un éxito total, mayor a 25%, la depredación aumentara a un 60% (Tabla 13 y 14).

En cuestión a los territorios grandes (0.191 ha a >0.291 ha) el modelo los clasificó en dos agrupaciones: 0.191-0.291 y >0.291 ha. Las variables que influyeron sobre el éxito de los nidos fueron: costra biológica y la vegetación, únicamente en la primera agrupación se encontró diferencias significativas entre el éxito (50%) y la depredación de los nidos (50%). En coberturas de costra biológica mayores al 22% los nidos tendrán una depredación del 93% pero si la cobertura es menor al 22% el éxito de los nidos será del 56%, además si la cobertura de vegetación presenta es mayor al 16%, el éxito de los nidos aumentara hasta en 85%, pero si esta cobertura es menor al 16% el éxito bajara hasta en un 41% (Tabla 13 y 14).

Tabla 13. Variables que mostraron diferencias significativas con del modelo de chi-cuadrada dentro del diagrama de árbol. Radio de 50 metros. Localidad: El Salado.

Diagrama de árbol (Chi-cuadrada)	Significancia por agrupación		
	1°	2°	3°
Tamaño de territorios	3.6528E-45	-	-
Cobertura de vegetación	-	7.5603E-8	1.3684E-11
Cobertura de costra biológica	-	5.5381E-8	-
Cobertura de suelo desnudo	-	-	0.014

Tabla 14. Modelo de decisión de árboles, interacción de las variables con el éxito reproductivo de *S. wortheni*. Radio de 50 metros. Localidad El Salado

Categorías de territorios	Nidos	Grupo 1 TT (ha)	N	% Nido	Grupo 2 CV y CB (%)	% Nido	Grupo 3 CSD y CV (%)	% Nido
Territorios pequeños N=37	D	<0.062	4	100	*	*	*	*
	D	0.062-0.076	4	80	>40	80	*	*
	E		1	20	<40	62	*	*
	D	0.076-0.091	6	100	*	*	*	*
	D	0.09-0.127	4	80	<10	56	*	*
	E		2	20	>10	91	>40 <40	15 100
	D	0.127-0.131	5	100	*	*	*	*
	D	0.131-155	5	83.3	*	*	*	*
	E		1	16.7	>25 <25	60 100	*	*
	D	0.155-0.191	5	100	*	*	*	*
Territorios grandes N=12	D	0.191-0.291	5	50	>22	93	<16	41
	E		5	50	<22	71	>16	85
	E	>0.291	2	100	*	*	*	*

TT= Tamaño de territorio.....



Coberturas:

CV=Vegetación.....



CCB=Costra Biológica.....



CSD= Suelo Desnudo.....



Éxito de los nidos:

D= Depredado

E= Exitoso

* = Análisis de árbol no encontró alguna diferencia significativa dentro de las variables predictoras.

10. DISCUSIÓN

El éxito reproductivo de *S. wortheni* depende de una interacción que existe entre el tamaño de territorio y la estructura de vegetación que está asociado a él. En el hábitat donde la cobertura de vegetación es escasa, los territorios tienden a ser mayores, incrementando con ello la presencia de cobertura, especialmente cerca del nido. Cuando la presencia de cobertura de vegetación no es una limitante, el tamaño del territorio es independiente al éxito reproductivo, ratificando así la importancia de la cobertura vegetal para el éxito del nido. La proporción de suelo desnudo está asociado a una disminución sobre el éxito del nido, como se demostró en las áreas de estudio, en especial en la población El Salado, donde los nidos depredados presentaron coberturas mayores de suelo desnudo, materia seca y costra biológica. Además, para ésta área la diversidad de la vegetación mostro ser importante para determinar el éxito reproductivo en la etapa de pollos. En el caso de la población de La Soledad, la altura de la vegetación toma un valor sustancial para determinar el éxito reproductivo. Una investigación previa (García, 2016) encontró que únicamente para la localidad El Salado la variable altura de la vegetación tendrá un efecto significativo en la disminución de la depredación de los nidos de *S. wortheni*. Canales-Delgadillo *et al.* (2010) comenta para *S. wortheni* que entre mayor sea la cobertura de vegetación en el entorno de los nidos, mayor será la protección de los nidos de *S. wortheni* y su éxito reproductivo aumentará. Por su parte Martin y Roper (1988) han reportado dentro de radios de cinco metros alrededor al nido una mayor altura, cobertura y densidad de vegetación como variables con efecto positivo en los parches de anidación. Contrastando con el reporte de Ibarra *et al.* (2010), ellos encontraron para *Chloeophaga picta* que la cobertura de vegetación en torno a los nidos es relativamente baja (12% a un 25%) y que no está relacionado con el éxito de los nidos. Otros estudios afirman que la altura, la cobertura y la alta densidad de la vegetación, así como la presencia mínima del suelo desnudo en áreas de anidación, son clave para el éxito reproductivo de las aves, ocultando las actividades que realizan los progenitores ante los depredadores (Kelly, 1993;

Martin y Roper, 1988; Cozzani y Zalba 2009 y Lima, 2009; Nemchenko y Batova, 2016; Koshkin *et al.*, 2016).

El efecto de tamaño de territorio se ha comprobado en otras especies, como es el caso de *S. albescens* y *Setophaga ruticilla*, donde el tamaño de los territorios se ve influenciado por la estructura de vegetación, también demostrando que se requiere un mínimo de cobertura de vegetación para establecer sus territorios (Hunt, 1996; Lacoretz, 2009). En relación a los territorios exitosos se ha encontrado en especies como *Cardinalis cardinalis*, *Chubydotis macqueenii*, *Empidonax oberholseri* y *Dendroica cerulea* que los territorios que presentan mayores tamaños tendrán una mayor oportunidad de presentar nidos exitosos (Conner *et al.*, 1986; Kelly, 1993; Jones y Robertson, 2001; Nemchenko y Batova; 2016; Koshkin *et al.*, 2016), confirmando así lo encontrado para El Salado. Por otra parte, Canales-Delgadillo (2010) reporta para esta misma especie tres tamaños de territorios (0.17 ha, 0.19 ha y 0.57 ha) en vegetaciones similares a las áreas donde se realizó esta investigación. Estos tamaños entran al rango de los encontrados para ambas localidades. Entre los tamaños de territorios de los nidos exitosos y depredados el autor no hace mención para alguno de los criterios del éxito de *S. wortheni*.

Datos sobre éxito de nidos son reportados por Canales-del Castillo *et al.*, (2010), ellos obtuvieron un éxito reproductivo para la misma población de La Soledad de 29,73% (en este estudio 30%). Datos para otras poblaciones también son similares, como lo reporta García (2016), donde encontró para La India un éxito de 29%. Sin embargo, Garza de León *et al.*, (2007) para esta misma área estimó el éxito reproductivo de 14%, menor a lo antes mencionados. Posiblemente porque el número de la muestra con la que trabaja este autor es considerablemente menor, y probablemente a las diferentes condiciones (Briones-Ornelas, 2017) climáticas encontradas en el sitio en los años de estudio. Garza de León *et al.*, (2007) realizó el estudio en el año 2004, con precipitación media de 50mm y García (2016) en el año 2014-2015, años en que la precipitación media alcanzo algo más de 100mm. (Briones-Ornelas, 2017). En general estudios similares ha

demostrado que el éxito reproductivo en otro tipo de aves siempre será bajo, Kelly (1993) reporta un éxito reproductivo para la especie *Empidonax oberholseri* (40%); Martin y Roper (1998) para *Catharus guttatus* (7% a 20%); Ibarra *et al.* (2010) para *Chloeophaga picta* (36%); Salinas-Ortiz *et al.*, (2015) *Passerculus sandwichensis sanctorum* (32-68%); Marín (2015) *Turdus falklandii* (41%) y Zarco (2016) para las especies *Poospiza torquata* (8%); *Zonotrichia capensis australis* y *Zonotrichia capensis choraules* (10%).

Una diferencia importante encontrada entre ambas poblaciones es la sensibilidad en la depredación, ya que en hábitat con mayor cobertura, la sobrevivencia de huevo es mayor, revirtiéndose el caso en la siguiente etapa, donde precisamente las áreas de mayor cobertura presentan una mayor depredación de polluelos. Para la etapa de huevo, el hábitat con menor cobertura presenta mayor depredación (El Salado 62% vs 42% de La Soledad), invirtiéndose los resultados para la etapa de pollos. Es probable que esto indique a una diferencia en las especies de depredadores. Si bien esto es especulativo, las observaciones en campo demuestran que la depredación asociada a la etapa de huevos en El Salado corresponde principalmente a la ardilla de tierra (*Spermophilus spilosma*), la cual frecuentemente fue vista en las inmediaciones de los nidos o trepando plantas soporte. Además, el Verduguillo (*Lanius ludovicianus*), el cual fue considerado como la especie depredador principal de nidos en la etapa de pollos, con presencia en todo el periodo de anidación para La Soledad, no fue común en El Salado durante los primeros meses de reproducción; los primeros avistamientos se reportan a mediados del periodo reproductivo de *S. wortheni*. Clarificar el efecto de las dos especies en la depredación de nidos de *S. wortheni* es necesario. Conocer por lo tanto el comportamiento de los depredadores es primordial para entender los procesos de depredación de nidos. Autores como Martín (1988 y 1996); Schmidt y Whelan (1998); Canales-del Castillo *et al.* (2010) y Koshkin *et al.*, (2016) mencionan que una concentración alta de densidad de nidos en los diferentes tipos de vegetación puede facilitar la búsqueda de nidos por parte de los depredadores; por lo cual es fundamental investigar los factores que actúan indirectamente en la depredación. Otras observaciones directas que se

encontraron en campo fue la continua presencia de ganado bovino en la población de El Salado, incrementando así el riesgo de depredación al propiciar la eliminación de la cobertura de la vegetación; además de ser un indicador latente de la actividad de *S. wortheni* otorgando así al depredador una forma indirecta a la ubicación de los nidos al desplazarse dentro de las áreas de anidación. Por otra parte, González-Rojas *et al.* (2008) y Canales-del Castillo *et al.* (2010) reportan una alta depredación para los nidos de *S. wortheni*, donde mencionan que la etapa más crítica para esta especie es la depredación por huevos (53%), similar a lo encontrado en esta investigación. En el caso de la depredación de pollos, Canales-del Castillo *et al.* (2010) halló una depredación del 33% mayor a lo encontrado para La Soledad (15%) y para El Salado (7%).

Referente a la probabilidad de éxito se comprueba que la población de La Soledad tiene la mayor posibilidad de presentar un nido exitoso (43% vs 21%). Las diferencias encontradas sobre las dos poblaciones se relacionan a lo descrito sobre la estructura del hábitat y la depredación, donde el tipo de vegetación, los depredadores existentes y la acción antropogénica pueden contribuir a estas diferencias. En el éxito de los huevos se encontró que la probabilidad de sobrevivencia es mayor en la población de La Soledad por la razón que ésta área presentó el mayor número de nidos eclosionados a diferencia de lo encontrado en El Salado. El único dato existente sobre la probabilidad del éxito de un nido la presenta Canales-del Castillo *et al.* (2010), si bien no es viable comparar los valores obtenidos, por la diferencia en métodos aplicados, ellos con la prueba de Mayfield obtuvieron un valor de 9.56%, menor a lo encontrado en este estudio, pero similar a la investigación previa donde también se utilizó el mismo método (García, 2016). Salinas-Ortiz *et al.* (2015), al utilizar la prueba de análisis de sobrevivencia encuentra para la especie *Passerculus sandwichensis sanctorum* una probabilidad de sobrevivencia de 26% al 56% para todo el periodo de anidación, en la etapa de huevos de 53% al 73% y en pollos de 57% a 71%, donde claramente muestra una concordancia con lo descubierto para *S. wortheni*, resaltado que la probabilidad de éxito en aves es relativamente baja.

11. CONCLUSIÓN

La presente investigación demuestra la influencia de la estructura del hábitat en el tamaño del territorio, que a su vez tiene un efecto en el éxito de nidos de *S. wortheni*. La cobertura de vegetación fue la variable más importante para determinar el suceso de los nidos. El hecho que el efecto de tamaño de territorio sea contrastante en las dos áreas, permite concluir que en las áreas donde la cobertura de vegetación es poca, los territorios deberán ser mayores en superficie, para asegurar la cobertura mínima necesaria, como lo demuestran las variables que influyen en estos territorios: mayor cobertura de la vegetación, riqueza y altura de plantas, donde además, la presencia de la materia seca y costra biológica deben ser mínima.

Lo encontrado en este estudio permite concluir que *S. wortheni* presenta una plasticidad para para cada una de las condiciones provistas, siendo capaz de hacer frente a diferentes entornos, a expensas del costo de reducir su éxito reproductivo. Las implicaciones de éste hecho en su historia de vida a largo plazo, es difícil de abordar, no obstante, el reproducirse aún en condiciones no óptimas, parece ser una de las mejores estrategias para mantener las poblaciones a largo plazo.

Una amenaza latente para la especie es su sensibilidad a la depredación y la relación directa con el depredador y las características propias del hábitat, siendo así necesario conocer la relación que existe entre la ubicación de los nidos con los depredadores. Así como también tomar acciones de manejo para el ganado que habita dentro de las áreas de estudio, siendo necesario controlar u omitir la presencia del ganado durante las temporadas reproductivas de *S. wortheni* y así aumentar el éxito reproductivo de ésta especie. También es necesario conocer la relación que existe entre *S. wortheni* y los depredadores para cada una de las áreas de anidación.

12. BIBLIOGRAFÍA.

- Almejo, M. (2016). Fragmentación de hábitat y distribución de *Spizella wortheni* en la meseta central del altiplano mexicano. Autlan de Navarro, Jalisco. Tesis de Licenciatura. Centro universitario de la costa sur. Universidad de Guadalajara.
- Best, L. B. (1977). Territory quality and mating success in the Field Sparrow (*Spizella pusilia*). Condor 79: 192-204.
- Berhstock, R., A., Sexton C., W., Lasley G.W., Eubanks T.L., Gee J.P. (1997). First nesting records of Worthen's sparrow (*Spizella wortheni*) for Nuevo León, México, with a habitat characterisation of the nest site and notes on ecology, voice, additional sightings and leg coloration. Cotinga 8: 27-33.
- Berlanga Silvente, V. y Rubio Hurtado, M.J. (2012). Clasificación de pruebas no paramétricas. Cómo aplicarlas en SPSS. REIRE, Revista d'Innovació i Recerca en Educació, Vol. 5, núm. 2, 101-113.
- Berlanga-Silvente, V., Rubio-Hurtado, M., y Baños, R. V. (2013). Como aplicar árboles de decisión en SPSS. REIRE Revista d'Innovació i Recerca en Educació, 6(1), 65-79.
- BirdLife International. (2016). Species factsheet: *Spizella wortheni*. Downloaded from <http://www.birdlife.org> on 29/02/2016.
- BirdLife International. (2017). *Spizella wortheni*. La Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN 2017: e.T22721182A118141491. De <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.20173.RLTS.T22721182A118141491.en>. Descargado el 13 de abril de 2019.
- BirdLife International. (2019). Species factsheet: *Spizella wortheni*. Downloaded from <http://www.birdlife.org> on 14/04/2019.
- Briones-Ornela, J. (2017). Biogeografía Del Gorrión de Worthen (*Spizella wortheni*). Linares Nuevo León. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Ciencias Forestales.
- Bobadilla, J. A. (2004). Aves de pastizal invernando en áreas agrícolas y pastizales naturales del noreste de México. San Nicolás de los Garza, N. L. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Block, W., M., y Brennan, L., A. (1993). The habitat concept in ornithology: Theory and applications. Páginas 35

- Calamari, N. y Zaccagnini, M., (2007). Respuesta de las aves a la fragmentación del monte nativo entrerriano: implicancias para la conservación y la agricultura sustentable. Inta EEA Paraná - Factores Bióticos y Protección Vegetal 2INTA - CIRN - Instituto de Recursos Biológicos. Castelar.
- Challenger, A., y Soberón, J. (2008). Los ecosistemas terrestres, en Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Conabio, México, pp. 87-108.
- Canales-Delgadillo, J. (2006). Uso de hábitat y relaciones sociales de *Spizella wortheni* en el Altiplano Mexicano (Doctoral dissertation, Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias Forestales. UANL).
- Canales-Delgadillo, J. (2010). Uso de hábitat y relaciones sociales de *Spizella wortheni* en el altiplano mexicano. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Canales-del Castillo, R. (2010). Biología y genética de la conservación de un gorrión amenazado y endémico del Noreste de México: *Spizella wortheni* (Doctoral dissertation, Universidad Autónoma de Nuevo León).
- Canales-Delgadillo, J., Scott-Morales, L. & Korb, J. (2012). The influence of habitat fragmentation on genetic diversity of a rare bird species that commonly faces environmental fluctuations. *Journal of Avian Biology*, 43: 168-176.
- Cody, M. L. (1985). Habitat selection in birds. Academic Press, New York.
- Conner, R. N., Anderson, M. E., & Dickson, J. G. (1986). Relationships among territory size, habitat, song, and nesting success of Northern Cardinals. *The Auk*, 103(1), 23-31.
- CONABIO, (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). (2010). http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/spi_wodcgw.xml?_httpcache=yes&_xsl=/db/metadatos/xsl/fgdc_html.xsl&_indent=no. Recuperado el 14 de mayo del 2018.
- Cozzani, N., y Zalba, S. M. (2009). Estructura de la vegetación y selección de hábitats reproductivos en aves del pastizal pampeano. *Ecología austral*, 19(1), 35-44
- Estrada-Castillón. E., Scott-Morales L., Villareal-Quintanilla, J.A., Jurado-Ybarra, E., Coteria-Correa, M., Cantú-Ayala C., y García-Pérez J. (2011). Clasificación de los pastizales halófilos del noreste de México asociados

- con perrito de las praderas (*Cynomys mexicanus*): diversidad y endemismo de especies. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 81: 401- 416, 2010
- Gallardo Allen, E., Molina-Delgado, M., & Cordero Cantillo, R. (2016). Aplicación del análisis de sobrevivencia al estudio del tiempo requerido para graduarse en educación superior: el caso de la Universidad de Costa Rica. *Páginas de Educación*, 9(1), 61-87.
- García, M. E. (1973). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen: para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. México, UNAM: Dirección General de Publicaciones, 242 pp.
- García, E. (1981). Modificaciones al sistema de clasificación climática Koppen. Para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. México (DF): Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Garza de León, A., Morán, I., Cancino, F. Tinajero, R., and López, S. (2007). Parámetros reproductivos y nueva localidad de anidación para el gorrión de Worthen (*Spizella Wortheni*) en el estado de Coahuila, México. *Ornitología Neotropical*. Coahuila, México. 18: 243 pp.
- García, F. (2016). Éxito reproductivo y selección de sitios para anidación de *Spizella wortheni*. Linares N. L. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Gómez de Silva, H. (2000). Gorrión de Worthen. *Spizella wortheni*. Las Aves de México en peligro de extinción. In: Ceballos, G y L. Márquez Valdelamar. Fondo de Cultura Económica, UNAM, CONABIO. México D.F. Pp 314.
- Gómez-Biedma, S., Vivó, M., y Soria, E. (2001). Pruebas de significación en Bioestadística. *Revista de Diagnóstico Biológico*, 50(4), 207-218.
- González-Rojas, Jose, I., Ruvalcaba, O. I., Canales, D., Julio, C., Olallana, K., Alina y Ruíz, A., Gabriel (2008). Estudio y conservación de las aves vulnerables de los pastizales del noreste de México. Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Haber, W. (2014). Las plantas y la vegetación. Monteverde: ecología y conservación de un bosque nuboso tropical. Oxford University Press (versión actualizada y ampliada en español). Available from: <http://digitalcommons.bowdoin.edu/scholars-bookshelf/3/>. (Accessed December 2015), 56-138.

- Herrero, J. & Boixadera, J. (2006). Gypsic soils. Encyclopedia of Soil Science: Second Edition, 796 - 799.
- Mayfield, Harold F. 1961. Nesting success calculated from exposure. Wilson Bulletin 73: 255-261.
- Hernández, R. (2014) En el umbral de la extinción. CONABIO. Biodiveristas, 113:1-7.
- Hunt, P. D. (1996). Habitat selection by American Redstarts along a successional gradient in northern hardwoods forest: evaluation of habitat quality. The Auk, 113(4), 875-888.
- Isacch, J. P. y Martínez M. M. (2001). Estacionalidad y relaciones con la estructura del hábitat de la comunidad de aves de pastizales de paja colorada (*Paspalum queadriarum*) manejados con fuego en la provincia de Buenos Aires, Argentina. Ornithologia Neotropical 12: 345-354.
- Ibarra, J. T., Schüttler, E., McGehee, S., y Rozzi, R. (2010). Tamaño de puesta, sitios de nidificación y éxito reproductivo del caiquén (*Chloephaga picta* Gmelin, 1789) en la Reserva de Biosfera Cabo de Hornos, Chile. In Anales del Instituto de la Patagonia (Vol. 38, No. 1, pp. 73-82). Universidad de Magallanes.
- IUCN. (2016). IUCN Red List of Threatened Species. <http://www.iucnredlist.org>>. Downloaded on 29 february 2018.
- Jiménez, R. y Navarro, A. (2001). El Dominio Del Aire. USA: Fondo De Cultura Economica.
- Johnson, D., H. (1979). Estimating nest success: the Mayfield method and an alternative. Auk 96:651-661.
- Jones, J. & Robertson J. (2001). Territory and nest-site selection of coerulean warblers in eastern Ontario. Auk 118:727-735.
- Kelly, J. P. (1993). The effect of nest predation on habitat selection by Dusky Flycatchers in limber pine-juniper woodland. *The Condor*, 95(1), 83-93.
- Koshkin, M., Burnside, R. J., Packman, C. E., Collar, N. J., y Dolman, P. M. (2016). Effects of habitat and livestock on nest productivity of the Asian houbara *Chlamydotis macqueenii* in Bukhara Province, Uzbekistan. European journal of wildlife research, 62(4), 447-459.
- Lacoretz, M. (2009). Selección de hábitat por *Synallaxis albescens* en el desierto del Monte: Un análisis a dos escalas espaciales. Tesis de Licenciatura. Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina.

- Scott-Morales, LM, Vela-Coiffier, P., Coteria-Correa, M., Almejo-Ramos, M., y Canales-Delgadillo, J. (2018). Reassessment of the distribution and population size of *Spizella wortheni*. *Bird Conservation International*, 28 (3), 451-461.
- Lima, S. L. (2009). Predators and the breeding bird: behavioral and reproductive flexibility under the risk of predation. *Biological Reviews*, 84, 485-513.
- Mayfield, H. F. (1975). Suggestions for calculating nesting success. *Wilson Bulletin* 87: 456-466.
- Martin, T. E. (1988). On the advantage of being different: nest predation and the coexistence of bird species. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 85:2196–2199.
- Martin, T. E., & Roper, J.J. (1988). Nest predation and nest site selection of a western population of the Hermit Thrush. *Condor* 90: 51–57.
- Martin, T. E.; Geupel, Geoffrey R. (1993). Nest-monitoring plots: Methods for locating nests and monitoring success. *Journal of Field Ornithology*, 64:507-519.
- Martin, T. E. (1996). Fitness costs of resource overlap among coexisting bird species. *Nature* 380:338–340.
- Manzano-Fischer P., R. List, G. Ceballos. (1999). Grassland birds in prairie-dog towns in northwestern Chihuahua, Mexico. *Studies in Avian Biology* 19: 263-271.
- Marín, M. (2015). Biología reproductiva e historia natural del Zorzal (*Turdus falklandii*) en Chile central. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural de Chile*, 62, 121-132.
- Morrison, M.L., Marcot, B., G. y Mannan, R., W. (1992). Wildlife habitat relationships. The University of Wisconsin Press.
- Narváez, V. P. D. (2009). Metodología de la investigación científica y bioestadística: para médicos, odontólogos y estudiantes de ciencias de la salud. RIL editores.
- Newton, I. (1998). Population limitation in birds. Academic Press, Londres.
- Nemchenko, L. & Batova, O. (2016). Spatial structure of the population and reproductive success of the bluethroat (*Luscinia svecica*, Turdidae, Aves) in

- the south of the Saratov Trans-Volga region. *Biology Bulletin*, 43(9), 1249-1255.
- NOM-059-SEMARNAT. (2010). Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, 30.
- Rodríguez-Jaume, M. y Mora-Catalá, R. (2001). Análisis de supervivencia En: Estadística informática: casos y ejemplos con el SPSS. Universidad de Universidad de Alicante, ISBN 84-7908-638-6, pp215-226.
- Rzedowski, J. (1957). Vegetación de las partes áridas de los estados de San Luis Potosí y Zacatecas. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* 8:49-101.
- Rzedowski, J. (1964). Botánica económica. En: E. Beltrán. Las zonas áridas del centro y noreste de México y el aprovechamiento de sus recursos. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. México, D.F. pp 135-142.
- Salinas-Ortiz, Q., Roldán-Clarà, B., Marina-Hipólito, J. G., Urbina-Torres, F., & Malagón-Rodríguez, M. A. (2015). Éxito reproductivo del gorrión sabanero (*Passerculus sandwichensis sanctorum*) en el archipiélago San Benito, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 86(1), 196-201.
- Santos, T. y Tellería, J. (2006). Pérdida y fragmentación del hábitat: efecto sobre la conservación de especies. *Ecosistemas*. 3-12. *Ecosistemas* 15 (2): 3-12.
- Schmidt, K. A., and C. J. Whelan. (1998). Predator-mediated interactions between and within guilds of nesting songbirds: experimental and observational evidence. *The American Naturalist* 152: 393–402.
- Sibley, A. (2001). The Sibley Guide to birdlife & behavior. P 81. National Audubon Society.
- Spiegel, M. R., Schiller, J. J., Srinivasan, R. A., & de los Monteros, A. V. E. (2013). Probabilidad y estadística. McGraw-Hill.
- Wege, D., Howell, S. y Sada, A. (1993). Breeding biology of the Botteri's Sparrow The distribution and status of Worten's (*Aimophila botteri arizonae*). Master of Arts Sparrow *Spizella wortheni*: a review. Bird Thesis. Faculty of the Graduate School of the Conservation International 3: 21 1-220. University of Colorado. USA. 162 p.
- Zarco, A. (2016). Influencia de la estructura de la vegetación y del alimento sobre el uso del espacio por las aves granívoras del desierto del Monte Central.